

網管系統之設計與實作 Design and Implementation of Network Management System Based on Open Source Software

朱仁貴

Ren-Guey chu

黎明技術學院電機工程系

Department of Electrical Engineering, Lee-Ming Institute of Technology

羅士桀 王永鐘

Shi-Jay Lo, Yung-Chung Wang

台北科技大學電機工程系

Department of Electrical Engineering, National Taipei University of Technology

摘 要

本文將於開放源軟體 Opennms 上實作雲端服務的網管系統。本系統主要可分為三個部分：網路管理者、網管系統伺服器、被監控之設備。網路管理者部分可被動的接收由網管系統主機所發送之訊息，例如：警告電子郵件以及警告簡訊等。也可主動透過 Web Console 修改網管系統之設定，或是觀看儲存於網管系統主機的資料，例如：被監控之設備的硬體資訊、雲端服務的線上流量等。網管系統透過輪詢動作依序向被監控之設備索取已定義之資料，並且將資料儲存於網管系統伺服器內部。網管系統可透過事件設定判斷所得到的資料異常與否，並決定是否需要發送警告訊息至使用者端。本文增加警告簡訊的傳送機制，並利用網管系統內部資料達到客製化 Excel 報表的功能。被監控之雲端服務及設備主要為雲端伺服器或是網路路由器等設備。將其網路位址登錄至網管系統後，即可透過網管系統監控該服務的流量資訊；或是判斷該服務以及設備是否正常運作。也可透過在設備上安裝 SNMP 代理者(Agent)後，更進一步的取得相關資料。

關鍵詞：代理者、Excel 報表、JAVA、Opennms、SMS、SNMP



Abstract

In this paper, we base on open source software-Opennms to implement the network management system (NMS) for cloud services. This system can be divided into three parts: user, network management system server, and monitored equipment. The user part can passively receive warning message that sent by the network management system server when the monitored equipment happen an abnormal event. The user can also configure the network management systems through the Web Console proactively, or view the information stored in the server of the network management system, such as hardware information of the monitored equipment, online traffic. NMS requests the defined data from the monitored equipment through the polling action, and stores the data in the management system server. In this paper, we propose the warning SMS delivery mechanism to inform the user when the managed system happen an abnormal event. In the meanwhile, we apply the information within the network management system to achieve the functionality report by Excel. The server can be installed the SNMP agent to further get relevant information. In this part, we construct the private MIB in SNMP agent, so that the server of NMS can obtain specific information through the SNMP protocol.

Key Words: Agent, Excel Report, JAVA, Opennms, SMS, SNMP



1. 簡介

隨著雲端服務的需求量提高，想當然提供此服務的企業就會增加，既然如此，就不能不考慮到伺服器的維護問題。以營運的角度來看，伺服器必須要能夠穩定性高，若是公司所提供的服務時常失誤、遺失資料，甚至是常常當機無法提供服務，這些都會對企業的商譽造成非常致命的傷害，也不容易再度取得客戶們的信任。察覺到如此隱憂之後，便不得不在網路管理方面下工夫，已確保雲端服務的穩定性。

若想實作真正符合企業需求的網管系統，那又該如何著手？在文獻[1]中提到，使用開放源軟體開發程式與傳統方式相比有幾個不同點：

1. 開放源軟體是可以多人參與開發，這些人並不一定會是公司的同事，只要是對此軟體的目標有興趣的人，都可以提供協助。
2. 程式碼並非只有單一標準格式，品質也比較優劣不一。
3. 可以多人並行調整程式碼，修正錯誤。

由此可知，開放源軟體最根本的精神就是藉由免費開放源程式碼的方式，讓許多有能力並且有興趣的人持續開發改良，以達到最終目標。

網管系統中，開放源軟體也是不少，其中文獻[2]說明了其中一種開放源網管軟體 Opennms 的優點：

1. 可拓展監測廣泛的設備以及服務。
2. 管理方式為集中式管理，將有一個管理中心監控整個網路狀態。
3. 管理中心可設定輪詢設備，接收 Trap packet，發送警告事件等功能。
4. 提供 Web 介面的控制台，方便使用者使

用瀏覽器觀看網路狀態資料及圖表。

基於上述原因，為能夠有效管理雲端服務及設備，以及參考文獻內容後，本論文將使用開放源軟體 Opennms 實作網管系統。

Opennms 系統只是個開發基礎，雖然此系統有著許多優點，但是實際上還是不盡理想。網管工作其實有著一套模型，名為電信管理模型 (Telecommunications Management Network)[3]，此模型一共分為四層，分別對應的內容為：企業管理、服務管理、網路管理、單位管理。每一層模型當中都應該要有 FCAPS[4]五大管理功能，幫助網管系統能夠確實的運作，並且與網管人員建立良好的溝通機制。FCAPS 五大管理功能分別為：故障管理、配置管理、統計管理、效能管理、安全管理。而 Opennms 系統並非所有項目都做到完善，因此本文目的在於將 Opennms 系統改進得更加完善，並且加入新的功能。

本論文改善 Opennms 系統後，使得網管系統更加的完善並且實際增加了下列三項功能：

1. Excel Report: Opennms 系統預設之 Report 原有缺點：無法將監控 node 合併比較、無法畫出合併之曲線圖、無法產生 Excel 檔案(只支援 PDF&CSV)、無法定義 Report 需求,易產生多餘資料。本論文使用 JAVA 程式語言編寫程式後，可實作出客製化的 Excel 報表，內容包含各監控 node 的資料表格、資料曲線圖、曲線圖合併比較等。
2. SMS 警示機制: Opennms 系統本身即包含警告事件機制，讓網路狀態異常的時候可以即時通知網管人員處理。不過系統中只包含了單一種通知方法-E-mail 通知，為了能夠更加即時反應網路狀況



給網管人員，本論文將加入 SMS 簡訊通知模組，以完善警告事件機制。

3. Private SNMP Agent: 本文使用 JAVA 程式語言另外編寫自定義的 SNMP Agent，用以抓取企業私人定義的設備或是雲端服務的 MIB 資料。並使其能夠與 Opennms 系統溝通運作，達到真正的單一網管控制中心的形式。

2. Opennms 網管軟體

本文採用 Opennms 網管軟體為基礎，其由 Steve Giles、Brian Weaver、Luke Rindfuss 以及他們的公司 PlatformWorks 於西元 1999 年 7 月開始開發專案，於西元 2000 年 3 月在 Sourceforge 註冊的開放源軟體[5]。Opennms 系統遵循著 FCAPS 五大功能發展，而在故障和效能兩大管理功能上較為傑出，若對應到 TMN 四層模型來看，Opennms 比較集中於服務及網路管理兩層上[6]。Opennms 使用 JAVA 程式語言，所以有著跨平台的優點，可以跨足 Linux 系列的系統、iOS、Windows 系列等，但在資料庫的選擇上，只限定於 PostgreSQL。

以 Opennms 為基礎的網管系統，有兩個重要工具分別是：開發簡訊警示機制時使用的文件腳本語言-Perl、在 Opennms 系統的 Web Console 上繪製資料圖表的工具-MRTG & RRDTool。

3. 網管系統實作

整體網管系統的架構如圖 3.1 所示，包含 Opennms 網管系統的伺服器、網管人員以及欲監控的網路末端設備或是雲端服務。三者透過網際網路連結在一起，並且各自依照不同的需求，在彼此間作資料的

傳輸。

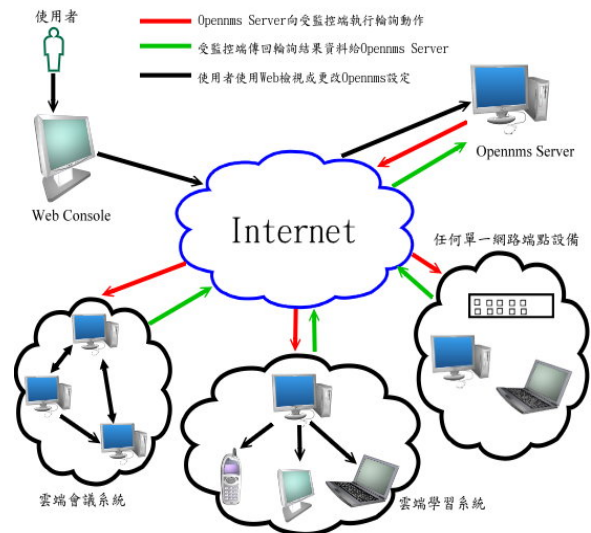


圖 3.1 網管系統架構圖

接下來將依據不同的需求以及流程分別說明圖 3.1 中的標號意義。

1. Opennms Server 端: 裝設 Opennms 網管系統的伺服器。
2. 受監控端: 需要監控的網路設備、伺服器、雲端服務。
3. 使用者端: 網管人員、維護雲端服務的技術人員。
4. Opennms Server to 受監控端: Opennms Server 透過網路向受監控端做出 Polling 動作，並且要求監控資料。如：流量、設備資訊、服務是否正常等。
5. 受監控端 to Opennms Server: 受監控端上的代理者將 Opennms Server 要求的資料中，系統擁有的部分透過網路回報給 Opennms Server。
6. 使用者 to Opennms Server: 透過 Web 介面，可隨時經由網路向 Opennms Server 檢視資料或是更改設定。



Opennms 系統本身所包含的功能模組，從監控設備端開始，由下往上至網管人員或是外部 Services 端為止，將主要模組如圖 3.2 所示。

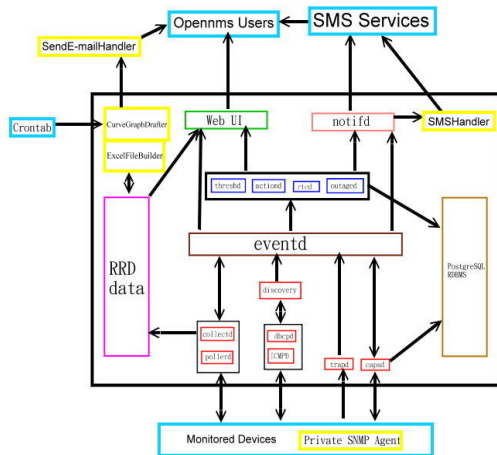


圖 3.2 Opennms 架構圖

在 Opennms 系統內有著許多的模組區塊，其中包括系統本身的模組，也包含本論文開發的模組，而本論文另行開發的模組皆以黃色框裱表示。表 3.1 將針對所有出現在架構圖內的模組作說明。

表 3.1 Opennms 模組說明列表

模組名稱	模組說明
ICMPD & dhcpd	使用 ping 尋找已登錄的 Public IP 或是 DHCP IP
discovery	記錄已登錄的 public IP
pollerd & collectd	pollerd 對監控之設備進行 polling 動作，並且將其收集的資料交由 collectd 轉成 RRD data
trapd	接收由監控之設備自行發出的 SNMP Trap 訊息
capsd	記錄使用者想比對的 service port number，然後比對監控之設備上是否擁有記錄中的服務項目
eventd	支援系統中所有事件的定義、內容、以及管理工作(新增、修改、刪除)
threshd	設定各種事件中有關 Threshold 的設定值
actiond	管理 auto-action 功能，使登錄於此的 event 在解決後自動執行通知
rtcd	設定關於 real-time 的時間限制變數
outaged	記錄監控之設備於事件中的斷電時間與日期
PostgreSQL RDBMS	記錄如監控設備擁有的服務列表、IP、ID Label 等不易變動的資料
RRD data	接收由 collectd 傳送之 polling 資料，如流量、CPU 使用率等，再將之封存成*.jrb 檔案。



模組名稱	模組說明
Web UI	使用者可透過 Web 介面，修改 Opennms 的設定或是監控資料
notifd	可在 event 被觸發時，啟動外部 Services，以達到 Opennms 所沒有的功能。如:SMS Alarm Message
SMSHandler	將事件內容、網管人員手機號碼等資訊打包進同一封包後，送至 SMS 服務公司，以便發出簡訊。
CurveGraphDrafter	從 RRD data 內取得所需資料繪製成圖表。
ExcelFileBuilder	自行從 RRD data 內取得資料，並且進一步運算出更有意義的數據後，將數據連同繪製好的圖表作為內容，製作出 Excel 檔案報表。
SendE-mailHandler	將製作好的 Excel 報表夾帶至電子郵件後，寄給網管人員。
Private SNMP Agent	自定義的 SNMP 代理者，能夠尋訪自定義的 MIB File。

4. 系統實測

本論文開發環境分為兩個部分：設計程式時使用 Windows XP 系統和發佈的模組運作環境則是 Ubuntu 系統。設計程式時，還是使用較為熟悉的 Windows 系列環境開發，不但操作上較為方便熟稔，也較容易搜尋有關開發工具的資料。實際運作的平台則選擇 Linux 系統中的 Ubuntu 系統，主要因為 Linux 系統比 Windows 系統來得穩定、節省資源等優點，作為網管系統來說，作業系統本身的穩定是最優先的考慮因素，因此選擇了 Linux 系列的作業系統。

本節將對本論文中主要增設的三大功能：SMS 警示機制、Excel Report、Private SNMP Agent 分別作測試，以確保功能可以正常的運作。內容包括：測試目的、測試環境、測試方法以及測試結果四項。其中測試環境主要針對監控端的環境部分作說明。

4.1 SMS 警示機制

確保網路故障事件產生的同時，能夠確實發送 SMS 警告簡訊至指定的網管人員手機中。需要對照事件產生的紀錄時間、警告電子郵件發送時間以及 SMS 警告簡訊發送時間，三者時間必須誤差小於一分鐘內才是正常運作。

測試環境：

為求測試方便，此項測試將用虛擬機器作為被監控端的測試環境，如此一來便能夠方便製造出設備斷電等故障情形。詳細環境列於表 4.1。

表 4.1 SMS 警示機制測試環境-被監控端之環境

軟體程式名稱	描述
VMware Workstation Version:7.1.4 build-385536	架設虛擬機器的平台軟體
Ubuntu 10.04.1 LTS 64bits	作業系統



測試過程：

1. 將一測試機器登錄至網管系統監控名單內。
2. 將指定網管人員的手機以及電子郵件信箱填入網管系統內已登錄的測試帳號。
3. 對測試機器進行人為故障事件操作，如：斷線等。
4. 檢視網管系統是否產生故障事件紀錄。
5. 檢視網管系統是否發送故障事件之警告電子郵件。
6. 檢視網管系統是否發送故障事件之 SMS 警告簡訊。

比對 4~6 項的紀錄時間是否相差不到一分鐘，若符合此誤差值，證實 SMS 警告機制正常運作。

將測試機器執行關機動作，製造出設備當機事件後，網管系統將自動發出警告信件，如圖 4.1 所示。之後再度將機器故障情形排除後，網管系統也將偵測出設備已回復正常，並且發送通知信件，如圖 4.2 所示。而同時，SMS 警示機制也確實運行，針對兩起事件分別發出確認通知網管人員，如圖 4.3 所示。



圖 4.1 SMS 警示機制測試-故障發生之警告信件



圖 4.2 SMS 警示機制測試-故障排除之通知信件

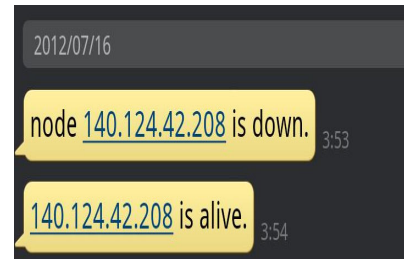


圖 4.3 SMS 警示機制測試-SMS 通知確認

最後將上述結果整理成表 4.2，將比較電子信件以及 SMS 訊息兩者的發送時間是否相符。經過比較證實，SMS 訊息發送時間與電子信件發送時間相符，因此確定 SMS 警示機制為正常運作。

表 4.2 SMS 警示機制測試結果

事件名稱	電子信件發送時間	SMS 訊息發送時間
故障發生	2012/07/16 上午 03 時 53 分 04 秒	2012/07/16 上午 03 時 53 分
故障排除	2012/07/16 上午 03 時 54 分 59 秒	2012/07/16 上午 03 時 54 分



本論文也統計 SMS 警示機制開始運作後，實際案例的運作次數。首先如圖 4.4 所示，開始實驗 SMS 發送機制，此時只是先掌握簡訊的發送方式以及瞭解簡訊傳送封包的內容與格式。之後便將 SMS 功能與 Opennms 網管系統結合，使其簡訊能夠抓取網管系統中的事件資訊，以及網管系統中登錄的網管人員手機資料，測試結果如圖 4.5 所示。測試完畢後，便實際將 SMS 警示機制納入網管系統內，並且確實於事件發生時發送簡訊通知網管人員。

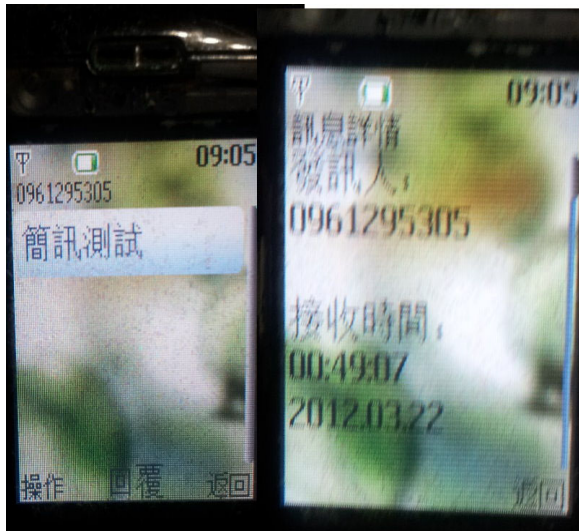


圖 4.4 SMS 功能測試-簡訊服務功能測試

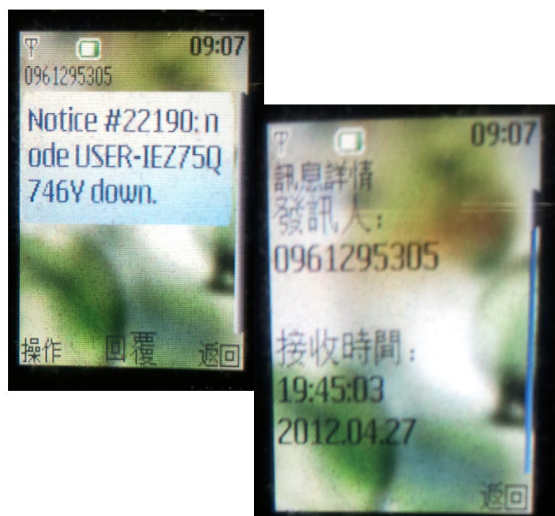


圖 4.5 SMS 功能測試-與網管系統結合

4.2 Excel Report

測試目的：

檢視產生出的檔案是否確實包含所指定設備的資料及圖表，並且確實能夠使用微軟公司所開發的 Excel 報表軟體檢視該檔案。最後須要對照報表內的資料是否與網管系統 Web Console 上所檢視的資料相符合，避免報表內的資料無可靠性。

測試環境：

測試此功能項目時，被監控之設備為一網路交換器(Switch)，除了可證明網管系統可確時監控電腦外的設備，也較容易取得總流量。其交換器的型號為：HP 2620-24 Switch (J9623A)，並且設置第一個 Port 為連接中華電信線路。其連接方式如圖 4.6 所示。

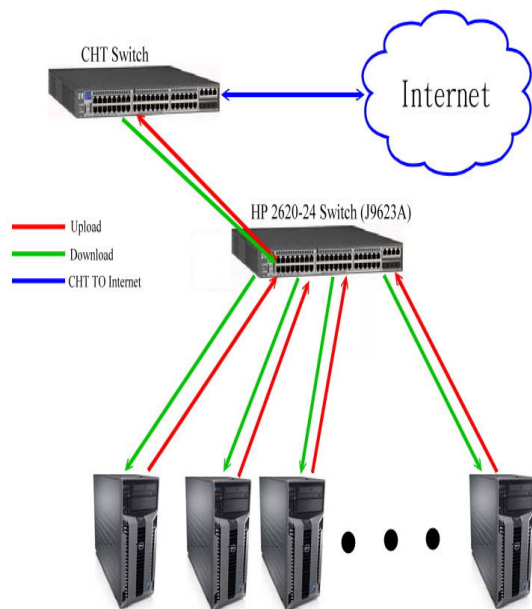


圖 4.6 HP Switch 連接圖示

測試過程：

1. 將一測試機器登入至網管系統監控名單內。
2. 設定報表內資料的來源為測試機器。



- 3.執行製作圖表的 JAVA 程式，並且檢視是否確實產生圖表。
- 4.執行製作 Excel 報表的 JAVA 程式，並且檢視是否確實產生報表。
- 5.檢視 Excel 報表內是否確實含有指定設備的網路效能數據以及效能圖表。
- 6.比較 Excel 報表內的數據與 Opennms Web Console 所呈現的內容是否相符合，若相符合，則表示此製作 Excel Report 之程式功能為正常運作。

測試結果：

針對此監控設備，本論文所提出的網管系統已經持續監控很長一段時間。期間定時每星期製作一份流量報表，將數據分為 Download 以及 Upload 兩種情形。根據交換器上伺服器的流量數據以及網管系統所得到的數據，整理得到的比較後結果，如表 4.3 所示，數據單位皆為(kb/s)。比較結果並沒有完全相同，造成此現象的原因為程式取樣與網管系統本身取樣的週期時間並不相同，導致平均後的結果會有所差異。但最大差異並不會大於 10Mb/s，相對於一整天的總流量來說，所占比率不到 1%，因此視為可接受之誤差。Excel Report 功能確定為可正常運作。

表 4.3 Excel Report 測試結果

Download/ Upload		WebConsole 展示資料	ExcelReport 展示資料
Download	Min	62.11	57.51
	Avg	338.86	339.56
	Max	1090	2289.83
Upload	Min	204.04	133.54
	Avg	1200	1205.95
	Max	2780	8621.25

4.3 Private SNMP Agent

測試目的：

測試自行設計的 SNMP Agent 是否能夠確實運作，並且能夠自行解析 SNMP 協定封包。

測試環境：

此項功能的測試與前一個項目相同，皆使用 HP 2620-24 Switch (J9623A)交換器作為測試環境。原因在於交換器等網路設備本身皆具有預設 SNMP 代理者的功能，並且也附設有公定的 MIB File，測試時能夠客觀的呈現測試結果。

測試過程：

- 1.將交換器的 IP 以及 SNMP Community 輸入至程式內。
- 2.輸入讀取測試的 OIDs。
- 3.程式執行動作並解析回傳的 SNMP 封包後顯示至螢幕。
- 4.使用第三方的 MIB File 瀏覽器讀取同樣設備的 OIDs。
- 5.比較步驟 3 以及步驟 4 的結果是否相符合，若相符合則可確定程式對 SNMP 封包的解析能力。

測試結果：

測試過程中所選擇的 MIB File 讀取項目為設備名稱，該項目若無讀取錯誤就必須正確回報該設備的詳細名稱。首先是 Private SNMP Agent 的讀取結果，接著是由第三方 MIB File 瀏覽器所讀取到的結果，而兩者資訊的比較如表 4.4 所示。由比較結果得知 Private SNMP Agent 確實擁有 SNMP 封包解析能力，因此確定此項功能可正常運作。



表 4.4 Private SNMP Agent 測試結果

	Private SNMP Agent	第三方 MIB File 瀏覽程式
IP 位址	114.30.41.23	114.30.41.23
OIDs	.1.3.6.1.2.1.1.5.0	.1.3.6.1.2.1.1.5.0
封包內容	HP-E2620-24	HP-E2620-24

5. 結論

網路全能化已經是世界上不可否認的一個趨勢，伴隨而起的就是雲端服務的茁壯。越來越多人們在享受這無可比擬的便利性和即時性的同時，各大企業也漸漸重視這一個領域的商機，不斷推出雖然相異，卻各有特色的雲端服務。本論文提出一套能夠幫助企業公司監控設備的網管系統，該系統建立於開放源網管軟體 Opennms 上，針對原系統中加以改善的部份分別是：SMS 警示機制、Excel Report、SNMP Private Agent。SMS 警示機制在設備發生故障時增加了網管人員的即刻性；Excel Report 補強 Opennms 系統中產生報表機制的檔案類型，新增加了 Excel 軟體格式(未顯示於本文)，讓企業能夠更簡單且可自行定義曲線圖的來源數據，以便比較；SNMP Private Agent 將針對企業的產品做效能監控。

本論文除了增加功能及補強原有的系

統外，也經過一定流程證實內容是正確可運作的，雖然無法達到十全十美，但也是扎實的將 Opennms 系統擴充至更上一層樓的境地。

參考文獻

1. M. W. Godfrey and Q. Tu, "Evolution in Open Source Software: A Case Study", *International Conference on Software Maintenance*, San Jose, CA , 2000, pp. 131-142.
2. C. Y. Chiang, G. Levin, S. Li, C. Serban, M. Wolberg, R. Chadha, G. Hadynski, and L. LaBarre, "Enabling Distributed Management for Dynamic Airborne Networks", *IEEE International Symposium on Policies for Distributed Systems and Networks*, London , 2009, pp. 102-105.
3. 電信管理模型, http://en.wikipedia.org/wiki/Telecommunications_Management_Network, July 2012.
4. FCAPS, <http://en.wikipedia.org/wiki/FCAPS>, July 2012.
5. Opennms, <http://www.opennms.org/>, July 2012.
6. Opennms_Wiki, http://www.opennms.org/wiki/Main_Page, July 2012.

